PZ245D

P-2x5 Piezoaktor

Benutzerhandbuch

Version: 1.0.1 Datum: 02.03.2015



Dieses Dokument beschreibt die folgenden Produkte:

- **P-225**
  Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor
  P-225.10/.20/.40/.80: ohne Sensor
  P-225.10V/.20V/.40V/.80V: ohne Sensor; Hochtemperaturbereich und Hochvakuum
  P-225.1S/.2S/.4S/.8S: mit Sensor
  P-225.1SV/.2SV/.4SV/.8SV:mit Sensor; Hochtemperaturbereich und Hochvakuum

- **P-235**
  Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor
  P-235.10/.20/.40/.80/.90: ohne Sensor
  P-235.10V/.20V/.40V/.80V/.90V: ohne Sensor; Hochtemperaturbereich und Hochvakuum
  P-235.1S/.2S/.4S/.8S/.9S: mit Sensor
  P-235.1SV/.2SV/.4SV/.8SV/.9SV:mit Sensor; Hochtemperaturbereich und Hochvakuum

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG · Auf der Römerstr. 1 76228 Karlsruhe, Germany
Telefon +49 721 4846-0 · Telefax +49 721 4846-1019 · E-Mail info@pi.ws

PI

Originalbetriebsanleitung
Erstdruck: 02.03.2015
Dokumentnummer: PZ245D, CBo, Version 1.0.1

Änderungen vorbehalten. Dieses Handbuch verliert seine Gültigkeit mit Erscheinen einer neuen Revision. Die jeweils aktuelle Revision ist auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) verfügbar.

Inhalt



1 Über dieses Dokument

In diesem Kapitel

1.1 Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch enthält die erforderlichen Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des P-2x5 (x steht für die verschiedenen Modelle (S. 9)).

Grundsätzliches Wissen über Regelungstechnik, Antriebstechnologien und geeignete Sicherheitsmaßnahmen wird vorausgesetzt.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.

1.2 Symbole und Kennzeichnungen

In diesem Benutzerhandbuch werden folgende Symbole und Kennzeichnungen verwendet:

GEFAHR



Unmittelbar drohende Gefahr

Bei Nichtbeachtung drohen Tod oder schwerste Verletzungen.

➢ Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.



VORSICHT



Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen leichte Verletzungen.

➢ Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

HINWEIS



Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen Sachschäden.

➢ Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

INFORMATION

Informationen zur leichteren Handhabung, Tricks, Tipps, etc.

Symbol/ Kennzeichnung	Bedeutung
1. 2.	Handlung mit mehreren Schritten, deren Reihenfolge eingehalten werden muss
➢	Handlung mit einem Schritt oder mehreren Schritten, deren Reihenfolge nicht relevant ist
▪	Aufzählung
S. 5	Querverweis auf Seite 5
RS-232	Bedienelement-Beschriftung auf dem Produkt (Beispiel: Buchse der RS-232 Schnittstelle)
DANGER	Auf dem Produkt angebrachte Warnzeichen, die auf ausführliche Informationen in diesem Handbuch verweisen.

1.3 Mitgeltende Dokumente

Alle in dieser Dokumentation erwähnten Geräte und Programme von PI sind in separaten Handbüchern beschrieben.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.

Produkt	Dokument
E-421.00 Hochleistungs-Piezoverstärkermodul	PZ178D Benutzerhandbuch
E-470.20 Hochleistungs-Piezoverstärker	PZ178D Benutzerhandbuch
E-471.20 Hochleistungs-Piezoverstärker	PZ178D Benutzerhandbuch
E-472.20 Hochleistungs-Piezoverstärker, 2 Kanäle	PZ178D Benutzerhandbuch
E-462.00 HVPZT-Piezoverstärker	PZ210E User Manual
E-462.OE1 HVPZT-Piezoverstärker-Modul, 10 bis 1000 V, OEM-Version	PZ210E User Manual
E-464.00 HVPZT-Piezoverstärker, 3 Kanäle	PZ176D Benutzerhandbuch
E-481.00 Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller	PZ170E User Manual
E-482.00 PICA Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller	PZ236E User Manual
E-500 Modularer Piezocontroller	PZ62E User Manual

1.4 Handbücher herunterladen

INFORMATION

Wenn ein Handbuch auf unserer Website fehlt oder Probleme beim Herunterladen auftreten:

➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).

Auf unserer Website finden Sie die Handbücher in ihrer aktuellen Version. Für einige Produkte (z. B. Hexapodsysteme und Elektroniken, die mit einer CD ausgeliefert werden) ist der Zugang zu den Handbüchern durch ein Kennwort geschützt. Das Kennwort ist auf der CD enthalten.



Frei zugängliche Handbücher herunterladen

1. Öffnen Sie die Website **http://www.pi-portal.ws**.
2. Klicken Sie auf ***Downloads***.
3. Klicken Sie auf die entsprechende Kategorie (z. B. ***P Piezo Actuators, Nanopositioning & Scanning Systems***)
4. Klicken Sie auf den entsprechenden Produktcode (z. B. ***P-225***).
5. Klicken Sie auf ***Documents***.

   Die vorhandenen Handbücher werden angezeigt.
6. Klicken Sie auf das gewünschte Handbuch und speichern Sie es auf der Festplatte Ihres PC oder auf einem Datenträger.

Kennwortgeschützte Handbücher herunterladen

1. Führen Sie die Schritte 1 bis 5 für das Herunterladen frei zugänglicher Handbücher aus.
2. Legen Sie die CD des Produkts in das PC-Laufwerk ein.
3. Wechseln Sie auf der CD in das Verzeichnis ***Manuals***.
4. Öffnen Sie im Verzeichnis ***Manuals*** die Release News (Datei mit dem Namensbestandteil ***Releasenews***).
5. Entnehmen Sie dem Abschnitt ***User login for software download*** in den Release News den Benutzernamen (user name) und das Kennwort (password).
6. Geben Sie auf der Website im Bereich ***User login*** am linken Seitenrand den Benutzernamen und das Kennwort in die entsprechenden Felder ein.
7. Klicken Sie auf ***Login***.

   Die vorhandenen Handbücher werden angezeigt.
8. Klicken Sie auf das gewünschte Handbuch und speichern Sie es auf der Festplatte Ihres PC oder auf einem Datenträger.

2 Sicherheit

In diesem Kapitel

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der P-2x5 ist ein Laborgerät im Sinne der DIN EN 61010-1. Er ist für die Verwendung in Innenräumen und in einer Umgebung vorgesehen, die frei von Schmutz, Öl und Schmiermitteln ist.

Entsprechend seiner Bauart ist der P-2x5 für folgende Anwendungen vorgesehen:

- Positionierung großer Lasten; siehe "Spezifikationen" (S. 47)
- Dynamische Positionierung
- Schwingungsdämpfung
- Krafterzeugung

Die Bewegung erfolgt in einer Achse.

Die Spezifikationen des P-2x5 gelten für die Montage mit vertikaler Ausrichtung der Bewegungsachse. Die Montage mit horizontal ausgerichteter Bewegungsachse wird nicht empfohlen.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des P-2x5 ist nur in komplett montiertem und angeschlossenem Zustand und nur in Verbindung mit geeigneter Steuer- oder Regelelektronik (S. 14) möglich, die von PI angeboten wird. Die Elektronik ist nicht im Lieferumfang des P-2x5 enthalten.

Die Elektronik muss die benötigten Betriebsspannungen bereitstellen. Außerdem muss sie in der Lage sein, die Signale der Positionssensoren auszulesen und weiterzuverarbeiten, damit die Positionsregelung einwandfrei funktioniert.



2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der P-2x5 ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Bei unsachgemäßer Verwendung des P-2x5 können Benutzer gefährdet werden und/oder Schäden am P-2x5 entstehen.

- Benutzen Sie den P-2x5 nur bestimmungsgemäß und in technisch einwandfreiem Zustand.
- Lesen Sie das Benutzerhandbuch.
- Beseitigen Sie Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, umgehend.

Der Betreiber ist für den korrekten Einbau und Betrieb des P-2x5 verantwortlich.

Im Piezoaktor P-2x5 können Ladungen durch Temperaturschwankungen und Druckbelastungen entstehen. Nach dem Trennen von der Elektronik kann der Piezoaktor für einige Stunden aufgeladen bleiben. Das Berühren spannungsführender Teile des P-2x5 kann zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Öffnen Sie den P-2x5 **nicht**.

Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am P-2x5 entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des P-2x5 zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Schließen Sie den P-2x5 vor Inbetriebnahme an einen Schutzleiter an (S. 25).
- Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.
- Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie den P-2x5 vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

Mechanische Kräfte können den P-2x5 beschädigen oder dejustieren.

- Vermeiden Sie Stöße, die auf den P-2x5 einwirken.
- Lassen Sie den P-2x5 **nicht** fallen.
- Vermeiden Sie Drehmomente, Biegekräfte und Querkräfte am bewegten Stößel des P-2x5.
- Überschreiten Sie **nicht** die maximal zulässigen Belastungen gemäß den Spezifikationen (S. 47).

2.3 Organisatorische Maßnahmen

Benutzerhandbuch

- Halten Sie dieses Benutzerhandbuch ständig am P-2x5 verfügbar.
  Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.
- Fügen Sie alle vom Hersteller bereitgestellten Informationen, z. B. Ergänzungen und Technical Notes, zum Benutzerhandbuch hinzu.
- Wenn Sie den P-2x5 an Andere weitergeben, fügen Sie dieses Handbuch und alle sonstigen vom Hersteller bereitgestellten Informationen bei.
- Führen Sie Arbeiten grundsätzlich anhand des vollständigen Benutzerhandbuchs durch. Fehlende Informationen aufgrund eines unvollständigen Benutzerhandbuchs können zu schweren oder tödlichen Verletzungen sowie zu Sachschäden führen.
- Installieren und bedienen Sie den P-2x5 nur, nachdem Sie dieses Benutzerhandbuch gelesen und verstanden haben.

Personalqualifikation

Nur autorisiertes und entsprechend qualifiziertes Personal darf den P-2x5 installieren, in Betrieb nehmen, bedienen, warten und reinigen.

3 Produktbeschreibung

In diesem Kapitel

3.1 Modellübersicht

INFORMATION

Für die Piezoaktoren P-2x5 sind optionale Ausstattungen erhältlich, die bereits bei der Fertigung des P-2x5 integriert werden müssen (S. 15). Wenn ein Piezoaktor P-2x5 mit diesen Optionen bestellt wird, erhält er eine kundenspezifische Produktnummer (beginnt mit "P-2x5K").

Dieses Handbuch gilt auch für alle Piezoaktoren, die aufgrund integrierter Optionen eine kundenspezifische Produktnummer haben.

Piezoaktoren ohne Sensor

Modell	Beschreibung
P-225.10	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 12500 N
P-225.20	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 12500 N
P-225.40	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 12500 N
P-225.80	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 12500 N
P-235.10	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 30000 N
P-235.20	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 30000 N
P-235.40	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 30000 N
P-235.80	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 30000 N
P-235.90	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 180 µm, 1000 V, 30000 N



Piezoaktoren ohne Sensor, geeignet für Hochtemperaturbereich und Hochvakuum

Modell	Beschreibung
P-225.10V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 12500 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.20V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 12500 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.40V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 12500 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.80V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 12500 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.10V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 30000 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.20V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 30000 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.40V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 30000 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.80V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 30000 N, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.90V	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 180 µm, 1000 V, 30000 N, Hochtemperatur / Vakuum

Piezoaktoren mit Positionssensor

Modell	Beschreibung
P-225.1S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 12500 N, DMS
P-225.2S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 12500 N, DMS
P-225.4S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 12500 N, DMS
P-225.8S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 12500 N, DMS
P-235.1S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 30000 N, DMS
P-235.2S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 30000 N, DMS
P-235.4S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 30000 N, DMS
P-235.8S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 30000 N, DMS
P-235.9S	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 180 µm, 1000 V, 30000 N, DMS

Piezoaktoren mit Positionssensor, geeignet für Hochtemperaturbereich und Hochvakuum

Modell	Beschreibung
P-225.1SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 12500 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.2SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 12500 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.4SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 12500 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-225.8SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 12500 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.1SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 15 µm, 1000 V, 30000 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.2SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 30 µm, 1000 V, 30000 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.4SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 60 µm, 1000 V, 30000 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.8SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 120 µm, 1000 V, 30000 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum
P-235.9SV	Vorgespannter Hochlast-Piezoaktor, 180 µm, 1000 V, 30000 N, DMS, Hochtemperatur / Vakuum



3.2 Produktansicht

3.2.1 Überblick

Die Abbildung ist exemplarisch und kann von Ihrem Modell abweichen.

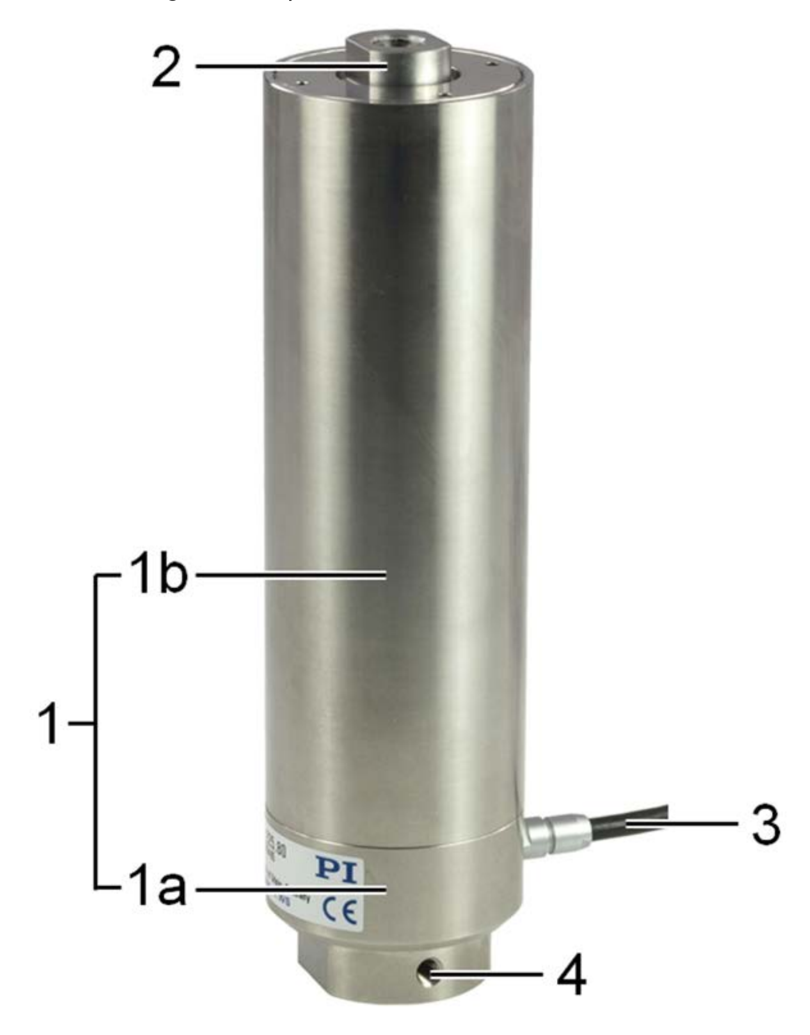


Abbildung 1: Exemplarische Produktansicht

1 Gehäuse, bestehend aus:
1a: Fußstück mit Schlüsselfläche
1b: Gehäuserohr
Hier nicht abgebildet: optionale Ein- und Ausgänge für Spülluft, optionaler Wasserschutz

2 Bewegter Stößel mit Schlüsselfläche und Innengewinde M8

3 Kabelabgang für Piezospannung
Hier nicht abgebildet: Kabelabgänge für Sensoren

4 Schutzleiteranschluss

3.2.2 Produktbeschriftung

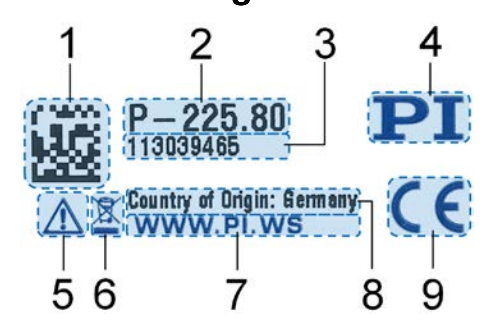


Abbildung 2: P-2x5: Typenschild (exemplarische Ansicht)

1 *DataMatrix-Code (enthält die Seriennummer)*
2 *Produktbezeichnung*
3 *Seriennummer*
4 *Herstellerlogo*
5 *Warnzeichen "Handbuch beachten!"*
6 *Altgeräteentsorgung*
7 *Herstelleradresse (Website)*
8 *Herkunftsland*
9 *Konformitätszeichen CE*



Abbildung 3: P-2x5: Warnzeichen "DANGER" auf Spannungsanschluss (mit aufgestecktem Kurzschlussstecker)

Warnzeichen "DANGER": Hinweis auf Stromschlaggefahr (S. 6)



3.3 Lieferumfang

Artikelnummer	Komponenten
P-2x5	Piezoaktor gemäß Bestellung (S. 9)
000036450	Schraubensatz M4 Schutzerde, bestehend aus: ▪ 1 Flachkopfschraube mit Kreuzschlitz M4x8, ISO 7045 ▪ 2 Sicherungsscheiben ▪ 2 Unterlegscheiben
P-202.01	Kurzschlussstecker für Hochvolt-Piezoaktoren, mit internem Entladewiderstand von 10 kΩ
PZ246DK	Kurzanleitung für Hochvolt-Piezoaktoren

3.4 Geeignete Elektronik

Für den Betrieb eines P-2x5 benötigen Sie eine Elektronik. Die Auswahl des Geräts hängt von der Anwendung ab. Die folgende Tabelle listet die geeigneten Geräte auf.

Produktcode	Beschreibung
E-421.00	Hochleistungs-Piezoverstärker-Modul, ohne Gehäuse, 1100 V Spannungshub, 550 W, integriertes Netzteil
E-470.20	Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, Tischgerät
E-471.20	Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, vorbereitet für Servocontroller und Display / PC-Schnittstelle, 19"
E-472.20	2-Kanal-Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, 19"
E-462.00	HVPZT-Piezoverstärker, 10 bis 1000 V, Tischgerät
E-462.OE1	HVPZT-Piezoverstärker-Modul, 10 bis 1000 V, OEM-Version
E-464.00	HVPZT-Piezoverstärker, 3 Kanäle, Tischgerät
E-481.00	Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller mit Energierückgewinnung, 1100 V Spannungshub, 2000 W, 19"
E-482.00	PICA Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller mit Energierückgewinnung, 1050 V, 6 A, 19"

Produktcode	Beschreibung
E-500	Modularer Piezocontroller (Konfigurationsbeispiel) Hochvolt-Piezoverstärker für PICA HVPZT, 3 Kanäle, mit Rechnerschnittstelle und Display, bestehend aus: 1 × E-500.00 19''-Chassis für modulares Piezocontrollersystem, 1 bis 3 Kanäle 3 × E-508.00 HVPZT-Piezoverstärkermodul, 3 bis 1100 V, 1 Kanal 1 × E-517.i3 Schnittstellen- / Displaymodul, 24 Bit D/A, TCP/IP, USB, RS-232, IEEE488, 3 Kanäle Optional als Hochvolt-Verstärker / Servocontroller zusätzlich mit: 1 × E-509.S3 Sensor- / Servocontrollermodul, DMS-Sensoren, 3 Kanäle

- Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 45).
- Berechnen Sie vor der Auswahl einer Elektronik den Strombedarf der Anwendung (S. 37).

3.5 Optionales Zubehör

Grau unterlegte Optionen müssen aus fertigungstechnischen Gründen zusammen mit dem Piezoaktor P-2x5 bestellt werden. Piezoaktoren, die mit diesen Optionen ausgestattet sind, haben eine kundenspezifische Produktnummer (beginnt mit "P-2x5K").

Bestellnummer	Beschreibung
P-177.50	Temperatursensor PT1000 und Spülluftanschluss für PICA Hochvolt-Piezoaktoren (mit Controllern E-481 und E-482)
P-706.00	Wassergeschütztes Gehäuse für P-225, P-235
P-176.B25	Kugelkopfstück für P-225 und P-235
P-176.F25	Flachkopfstück für P-225
P-176.F35	Flachkopfstück für P-235
P-203.VA	Vakuumdurchführung für Hochvolt-Piezoaktoren, bis10^{-6} hPa, 100 °C, bestehend aus: ▪ Vakuumdurchführung LEMO SJG.0B.701.CJA.1173 ▪ Luftseitiges Kabel mit 2 LEMO-Steckern, 2 m



Bestellnummer	Beschreibung
P-892.VA	Vakuumdurchführung DMS-Sensor, bis 10^{-6} hPa, 100 °C, bestehend aus: ▪ Vakuumdurchführung LEMO SWH.0S.304.CLLSV ▪ Luftseitiges Kabel mit 2 LEMO-Steckern, 2 m
P-899.VA	Vakuumdurchführung Temperatursensor, bis 10^{-6} hPa, 100 °C, bestehend aus: ▪ Vakuumdurchführung LEMO SWH.0S.303.CLLSV ▪ Luftseitiges Kabel mit 2 LEMO-Steckern, 2 m

Bestellnummer	Beschreibung
P-203.01	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 1 m
P-203.02	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 2 m
P-203.03	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 3 m
P-203.05	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 5 m
P-203.10	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 10 m
P-203.15	Verlängerungskabel für PICA HVPZT-Aktoren, 15 m
Stecker: FGG.0B.701.CJA.1173; Kupplung: PHG.0B.701.CJL.1173	

Bestellnummer	Beschreibung
P-892.01	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 1 m
P-892.02	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 2 m
P-892.03	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 3 m
P-892.05	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 5 m
P-892.10	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 10 m
P-892.15	Verlängerungskabel, für DMS-Sensoren, LEMO-Stecker, 15 m
Stecker: FFA.0S.304.CLAC32; Kupplung: PCA.0S.304.CLLC32	

Bestellnummer	Beschreibung
P-899.01	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 1 m
P-899.02	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 2 m
P-899.03	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 3 m
P-899.05	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 5 m
P-899.07	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 7 m
P-899.10	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 10 m
P-899.15	Verlängerungskabel für Temperatursensor, LEMO-Stecker, 15 m
Stecker: FFA.0S.303.CLAC32; Kupplung: PCA.0S.303.CLLC32	

➢ Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 45).

3.6 Technische Ausstattung

3.6.1 PICA Piezoaktoren

P-2x5 sind vorgespannte Höchstlast-Piezoaktoren für statische und dynamische Anwendungen. Sie bieten eine Ansprechzeit im Sub-Milllisekunden Bereich und Sub-Nanometer Auflösung.

Die Piezoaktoren bestehen aus einer reibungsfrei vorgespannten PICA Power Piezokeramik, die in ein Edelstahlgehäuse integriert ist. Durch die hohe Belastbarkeit und die interne Vorspannung sind sie ideal für Anwendungen wie die Präzisionsfertigung und die aktive Schwingungsdämpfung geeignet.

3.6.2 Dehnmessstreifen-Sensoren (DMS-Sensoren)

Dehnmessstreifen-Sensoren leiten die Positionsinformation aus ihrer Ausdehnung ab. Ein DMS-Sensor besteht aus einem elektrisch leitenden Film, dessen Widerstand sich mit der Dehnung ändert. DMS-Sensoren sind auf dem Aktor aufgebracht und messen dessen Auslenkung. Die Sensoren arbeiten in einer thermisch driftfreien Vollbrückenschaltung und sorgen damit für optimale Positionsstabilität im Nanometerbereich.

4 Auspacken

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch zu schnelles Entladen!

Wenn der P-2x5 nicht an der Elektronik angeschlossen ist, müssen die Leitungen am Spannungsanschluss mit einem **Entladewiderstand von 10 kΩ** kurzgeschlossen sein, um ein Aufladen des Piezoaktors bei Temperaturschwankungen und Druckbelastungen zu vermeiden. Ungeeignetes Kurzschließen führt durch zu schnelles Entladen zu einer abrupten Kontraktion des Piezoaktors. Abrupte Kontraktion kann den Piezoaktor zerstören.

- ➢ Entfernen Sie den mitgelieferten Kurzschlussstecker nur vom Spannungsanschluss des Piezoaktors, wenn dies für Installation oder Betrieb erforderlich ist.
- ➢ Bewahren Sie den Kurzschlussstecker nach dem Entfernen in der Nähe des Piezoaktors auf.
- ➢ Verwenden Sie zum Kurzschließen der Leitungen am Spannungsanschluss des Piezoaktors nur den mitgelieferten Kurzschlussstecker.



Abbildung 4: Spannungsanschluss des P-2x5 mit aufgestecktem Kurzschlussstecker

1 Spannungsanschluss des P-2x5
2 Kurzschlussstecker P-202.01, im Lieferumfang



INFORMATION

Beim Umgang mit der Vakuumversion des Piezoaktors muss auf entsprechende Sauberkeit geachtet werden. Bei PI werden alle Teile vor dem Zusammenbau gereinigt. Während der Montage und Kalibration wird mit puderfreien Handschuhen gearbeitet. Danach wird der Piezoaktor noch einmal per Wischreinigung gesäubert und doppelt in vakuumtaugliche Folie eingeschweißt.

- ➢ Berühren Sie den Piezoaktor nur mit puderfreien Handschuhen.
- ➢ Wenn notwendig, säubern Sie den Piezoaktor per Wischreinigung nach dem Auspacken.

1. Packen Sie den P-2x5 vorsichtig aus.
2. Vergleichen Sie die erhaltene Lieferung mit dem Inhalt laut Vertrag und mit der Packliste.
3. Überprüfen Sie den Inhalt auf Anzeichen von Schäden. Bei Anzeichen von Beschädigungen oder fehlenden Teilen wenden Sie sich sofort an PI.
4. Bewahren Sie das komplette Verpackungsmaterial auf für den Fall, dass das Produkt zurückgeschickt werden muss.

5 Installation

In diesem Kapitel

5.1 Allgemeine Hinweise zur Installation

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch zu schnelles Entladen!

Wenn der P-2x5 nicht an der Elektronik angeschlossen ist, müssen die Leitungen am Spannungsanschluss mit einem **Entladewiderstand von 10 kΩ** kurzgeschlossen sein, um ein Aufladen des Piezoaktors bei Temperaturschwankungen und Druckbelastungen zu vermeiden. Ungeeignetes Kurzschließen führt durch zu schnelles Entladen zu einer abrupten Kontraktion des Piezoaktors. Abrupte Kontraktion kann den Piezoaktor zerstören.

- Entfernen Sie den mitgelieferten Kurzschlussstecker nur vom Spannungsanschluss des Piezoaktors, wenn dies für Installation oder Betrieb erforderlich ist.
- Bewahren Sie den Kurzschlussstecker nach dem Entfernen in der Nähe des Piezoaktors auf.
- Verwenden Sie zum Kurzschließen der Leitungen am Spannungsanschluss des Piezoaktors nur den mitgelieferten Kurzschlussstecker.

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch zu hohe Lasten!

Zu hohe Lasten können den P-2x5 zerstören.

- Überschreiten Sie **nicht** die maximale Zug-/Druckbelastbarkeit gemäß den Spezifikationen (S. 47).

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch mechanische Überlastung!

Drehmomente, Biegekräfte, Scherkräfte und Querkräfte können den Piezoaktor zerstören.

- Vermeiden Sie Biegekräfte und Querkräfte am Stößel des P-2x5.
- Überschreiten Sie **nicht** das maximale Drehmoment und die maximale Scherbelastung am Stößel gemäß den Spezifikationen (S. 47).
- Vermeiden Sie Drehmomente am Fußstück, wenn der Stößel fest eingespannt ist.
- Stellen Sie sicher, dass der Lastschwerpunkt des bewegten Systems auf der Bewegungsachse des Piezoaktors sitzt.
- Vermeiden Sie eine ungleichmäßige Lastverteilung durch geeignete Konstruktionen bzw. Führungselemente (z. B. Kugelkopfstücke oder Festkörpergelenksführungen).
- Beachten Sie die Angaben zur Parallelität im Abschnitt "Abmessungen" (S. 47).
- Verschrauben Sie den Piezoaktor **nicht** fest an beiden Enden.

Piezoaktoren dürfen nur axial belastet werden. Die nachfolgenden Abbildungen sollen Ihnen helfen, Montagefehler zu vermeiden.

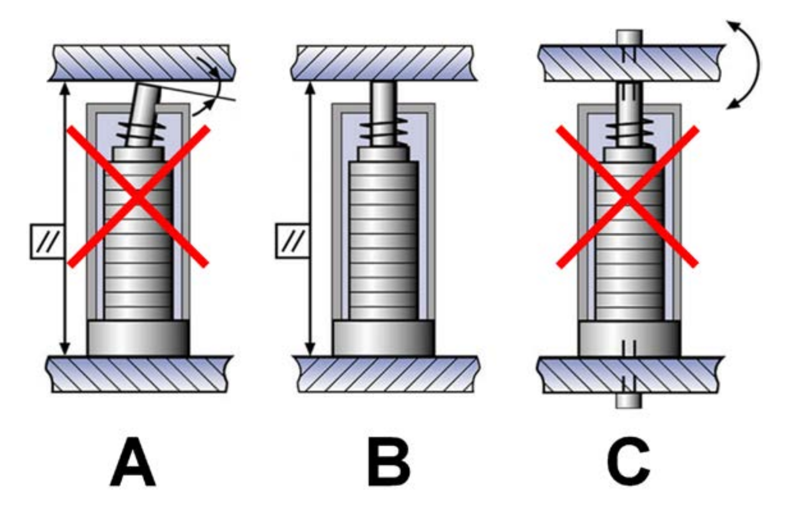


Abbildung 5: Kein festes Verschrauben an beiden Enden und keine Winkel

A: Falsch: Winkelfehler am Stößel

B: Richtig: Axiale Belastung des Aktors

C: Falsch: Feste Verschraubung beider Enden des Aktors

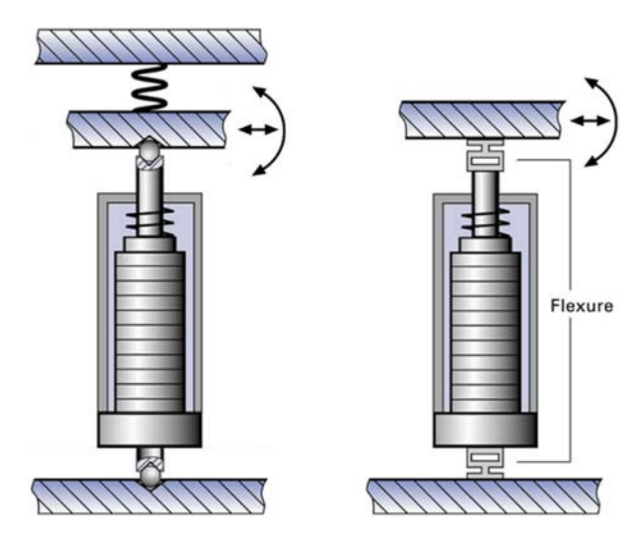


Abbildung 6: Kugelkopfstücke oder Flexuregelenke zum Entkoppeln von lateralen Kräften und Biegekräften

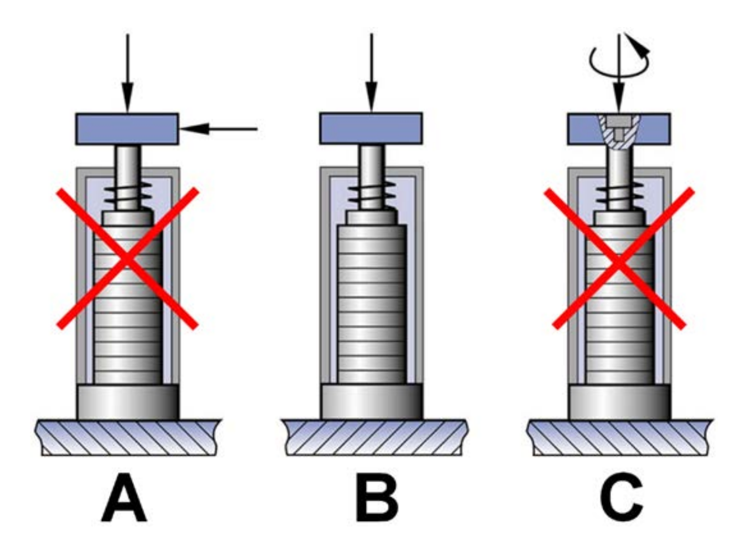


Abbildung 7: Keine lateralen Kräfte oder Drehmomente

A: Falsch: Scherkraft durch laterale Kraft

B: Richtig: Axiale Belastung des Aktors

C: Falsch: Torsion durch Drehmoment

PI

HINWEIS



Schäden durch ungeeignete Kabel!

Ungeeignete Kabel können Schäden am Piezoaktor und an der Elektronik verursachen.

- ➢ Verwenden Sie für den Anschluss des P-2x5 an die Elektronik nur Kabel von PI.

HINWEIS



Erwärmung des P-2x5 während des Betriebs!

Die während des Betriebs des P-2x5 abgegebene Wärme kann Ihre Anwendung beeinträchtigen.

- ➢ Installieren Sie den P-2x5 so, dass die Anwendung nicht durch die abgegebene Wärme beeinträchtigt wird.

INFORMATION

Verlängerte Kabel können die Leistung des P-2x5 beeinflussen.

- ➢ Verwenden Sie nur Verlängerungskabel von PI (S. 15).

INFORMATION

Beim Umgang mit der Vakuumversion des Piezoaktors muss auf entsprechende Sauberkeit geachtet werden.

- ➢ Berühren Sie den Piezoaktor nur mit puderfreien Handschuhen.
- ➢ Wenn notwendig, säubern Sie den Piezoaktor per Wischreinigung.

INFORMATION

Das Ausfahren des Stößels entspricht der positiven Bewegungsrichtung und ist proportional zur angelegten Betriebsspannung.

5.2 P-2x5 an Schutzleiter anschließen

INFORMATION

➢ Beachten Sie die jeweils geltenden Normen für die Schutzleiterbefestigung.

Der P-2x5 hat eine Gewindebohrung M4 für die Befestigung des Schutzleiters. Diese Bohrung befindet sich am Fußstück des Piezoaktors und ist in der Maßzeichnung mit dem Schutzleitersymbol ⏚ gekennzeichnet; siehe "Abmessungen" (S. 50).

Voraussetzung

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).

✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19).

✓ Der P-2x5 ist **nicht** an der Elektronik angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Geeigneter Schutzleiter: Kabelquerschnitt ≥0,75 mm^2 und Schutzleiterwiderstand <0,1 Ω bei 25 A
- Mitgelieferter Schraubensatz M4 Schutzerde (S. 14) für den Anschluss des Schutzleiters
- Geeigneter Schraubendreher

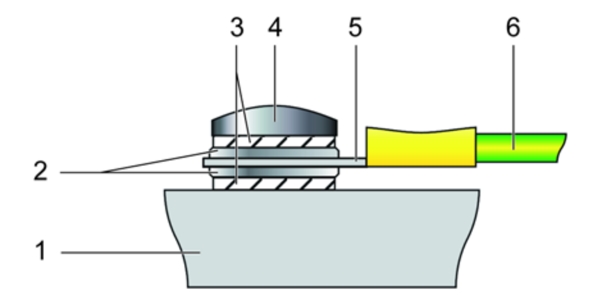


Abbildung 8: Montage des Schutzleiters (Profilansicht)

1 Fußstück des P-2x5
2 Unterlegscheibe
3 Sicherungsscheibe
4 Schraube
5 Kabelschuh
6 Schutzleiter



P-2x5 an Schutzleiter anschließen

1. Wenn nötig, befestigen Sie einen geeigneten Kabelschuh am Schutzleiter.
2. Befestigen Sie den Kabelschuh des Schutzleiters mit der Schraube M4 am Schutzleiteranschluss des P-2x5 wie in der Profilansicht dargestellt.
3. Ziehen Sie die Schraube M4 mit einem Drehmoment von 1,2 Nm bis 1,5 Nm fest.
4. Stellen Sie sicher, dass der Übergangswiderstand an allen für die Schutzleitermontage relevanten Verbindungsstellen <0,1 Ω bei 25 A ist.

5.3 P-2x5 befestigen

Voraussetzung

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).

✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19), oder der P-2x5 ist an der **ausgeschalteten** Elektronik von PI angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Schraube M8 von geeigneter Länge; siehe "Abmessungen" (S. 50)
- Geeignetes Werkzeug zur Befestigung der Schraube
- Gabelschlüssel SW 27

P-2x5 befestigen

1. Fixieren Sie das Fußstück des P-2x5: Setzen Sie einen Gabelschlüssel SW 27 an den Schlüsselflächen des Fußstücks an.
2. Befestigen Sie den P-2x5 mit einer Schraube M8 auf einer geeigneten Unterlage. Verwenden Sie hierfür die Montagebohrung M8 an der Unterseite des Fußstücks; siehe "Abmessungen" (S. 50).
3. Entfernen Sie den Gabelschlüssel vom Fußstück.

5.4 Optional: Kopfstück befestigen

INFORMATION
Mit den optional erhältlichen Kopfstücken (S. 15) lassen sich unterschiedliche mechanische Ankoppelungen an eine Last realisieren.

Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).
- ✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19), oder der P-2x5 ist an der **ausgeschalteten** Elektronik von PI angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Optional erhältliches Kopfstück (S. 15)
- Gabelschlüssel zum Fixieren des Stößels:
  - P-225: SW 13
  - P-235: SW 17

Kopfstück befestigen

1. Fixieren Sie den Stößel: Setzen Sie einen passenden Gabelschlüssel an den Schlüsselflächen des Stößels an.
2. Schrauben Sie das Kopfstück mit der Hand in die Montagebohrung im Stößel des P-2x5 ein.
3. Entfernen Sie den Gabelschlüssel vom Stößel.



5.5 Last befestigen

Voraussetzung

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).

✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19), oder der P-2x5 ist an der **ausgeschalteten** Elektronik von PI angeschlossen.

Werkzeug und Zubehör

- Schraube M8 von geeigneter Länge; siehe "Abmessungen" (S. 50)
- Geeigneter Schraubendreher
- Gabelschlüssel zum Fixieren des Stößels:
  - P-225: SW 13
  - P-235: SW 17

Last befestigen

1. Fixieren Sie den Stößel: Setzen Sie einen passenden Gabelschlüssel an den Schlüsselflächen des Stößels an.
2. Befestigen Sie die Last mit einer Schraube M8 an der Montagebohrung im Stößel; siehe "Abmessungen" (S. 50).
3. Entfernen Sie den Gabelschlüssel vom Stößel.

5.6 Optional: Spülluft anschließen

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch zu schnelles Abkühlen!

Bei zu schnellem Abkühlen kann die resultierende thermomechanische Belastung den Piezoaktor zerstören.

➢ Schließen Sie Spülluft nur an den Piezoaktor an, wenn der Piezoaktor auf Raumtemperatur abgekühlt ist.

INFORMATION

Der Piezoaktor kann mit Spülluft gekühlt werden, wenn der P-2x5 mit der Option "Temperatursensor PT1000 und Spülluftanschluss für PICA Hochvolt-Piezoaktoren" (P-177.50) bestellt wurde (S. 15).

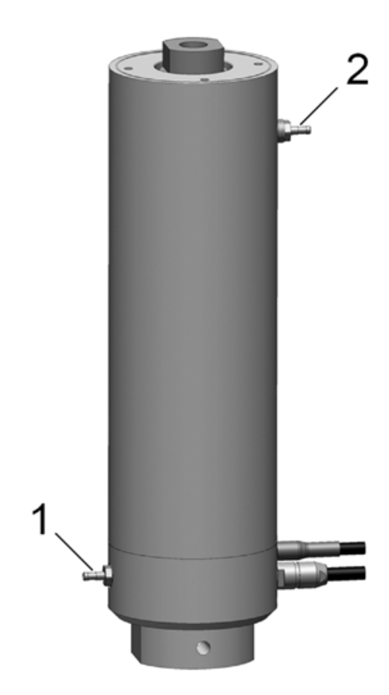


Abbildung 9: P-2x5: Spülluftanschluss bei Option P-177.50

1 Eingang für Spülluft, Stecknippel M3-PK-2

2 Ausgang für Spülluft, Stecknippel M3-PK-2

Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).
- ✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19), oder der P-2x5 ist an der **ausgeschalteten** Elektronik von PI angeschlossen.



Werkzeug und Zubehör

- Schläuche für Zuführen und Abführen der Spülluft, geeignet für Stecknippel M3-PK-2
- Geeignete Spülluft:
  - Druckluft der Qualitätsklasse 4 nach ISO 8573.1, die durch einen Trockner und einen Mikrofilter mit einer Effektivität von 99,9999 % geleitet wird
  - Der maximale Luftdruck im Piezoaktor darf nicht mehr als 0,5 bar (7,3 psi) betragen.

Spülluft anschließen

1. Stellen Sie sicher, dass der Piezoaktor auf Raumtemperatur abgekühlt ist.
2. Schließen Sie die Spülluft an:
   - Stecken Sie den Schlauch für das Zuführen der Spülluft auf den entsprechenden Stecknippel am P-2x5 auf (siehe Abbildung oben).
   - Stecken Sie den Schlauch für das Abführen der Spülluft auf den entsprechenden Stecknippel am P-2x5 auf (siehe Abbildung oben).

6 Inbetriebnahme und Betrieb

In diesem Kapitel

6.1 Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb

GEFAHR



Stromschlaggefahr bei fehlendem Schutzleiter!

Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am P-2x5 entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des P-2x5 zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

➢ Schließen Sie den P-2x5 vor Inbetriebnahme an einen Schutzleiter an (S. 25).

➢ Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.

➢ Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie den P-2x5 vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

VORSICHT



Verbrennung durch heiße Oberfläche!

Im Betrieb kann sich die Oberfläche des P-2x5 erhitzen. Das Berühren des P-2x5 kann zu leichten Verletzungen durch Verbrennung führen.

➢ Kühlen Sie den P-2x5 z. B. mit Spülluft (S. 28) so, dass die Temperatur seiner Oberfläche 65 °C **nicht** übersteigt.

➢ Wenn eine ausreichende Kühlung nicht möglich ist: Stellen Sie sicher, dass der heiße P-2x5 **nicht** berührt werden kann.

➢ Wenn eine ausreichende Kühlung und ein Berührschutz nicht möglich sind: Kennzeichnen Sie den Gefahrenbereich gemäß den gesetzlichen Vorschriften.



HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge!

Der Einsatz des P-2x5 in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen, kann zur Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge führen. Elektrische Überschläge können durch Feuchtigkeit, hohe Luftfeuchtigkeit, Flüssigkeiten und leitende Materialien (z. B. Metallstaub) hervorgerufen werden. Darüber hinaus können in bestimmten Luftdruckbereichen aufgrund der erhöhten Leitfähigkeit der Luft elektrische Überschläge auftreten.

- Vermeiden Sie den Betrieb des P-2x5 in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen können.
- Betreiben Sie den P-2x5 nur innerhalb der zulässigen Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen (S. 50).
- Bei Einsatz im Vakuum unter 0,1 hPa:
  Betreiben Sie den P-2x5 **nicht** während des Evakuierens.

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch dynamische Kräfte!

Während des dynamischen Betriebs können dynamische Kräfte entstehen, die die Vorspannung des Piezoaktors aufheben. Durch den Betrieb ohne Vorspannung kann der Aktor zerstört werden.

- Überschreiten Sie **nicht** die maximale Zug-/Druckbelastbarkeit gemäß den Spezifikationen (S. 47).
- Beachten Sie die Hinweise in "Betriebsparameter ermitteln" (S. 34).

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch zu hohe Betriebsfrequenz!

Eine zu hohe Betriebsfrequenz kann den Piezoaktor zerstören.

- Wählen Sie die Betriebsfrequenz so, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
  - Die Betriebsfrequenz beträgt maximal ein Drittel der Resonanzfrequenz (Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors siehe "Datentabelle" (S. 47), Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors siehe "Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen" (S. 36)).
  - Die im Betrieb auftretenden dynamischen Kräfte überschreiten **nicht** die maximale Zug-/Druckbelastbarkeit des Piezoaktors (siehe "Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen" (S. 37)).

HINWEIS



Verringerte Lebensdauer des Piezoaktors durch dauerhaft hohe Spannung!

Das dauerhafte Anlegen einer hohen statischen Spannung an Piezoaktoren führt zu einer erheblichen Verringerung der Lebensdauer der Piezokeramik des Aktors.

- Wenn der P-2x5 nicht benutzt wird, die Elektronik aber zur Gewährleistung der Temperaturstabilität eingeschaltet bleibt, entladen Sie den P-2x5 (S. 38).
- Wenn möglich: Begrenzen Sie im Dauerbetrieb die maximale Betriebsspannung auf 750 V.

HINWEIS



Zu hohe oder falsch angeschlossene Betriebsspannung!

Zu hohe oder falsch angeschlossene Betriebsspannung kann Schäden am P-2x5 verursachen.

- Verwenden Sie nur Controller/Treiber und Originalzubehör von PI für den Betrieb des P-2x5.
- Überschreiten Sie **nicht** den Betriebsspannungsbereich (S. 49), für den der P-2x5 spezifiziert ist.
- Betreiben Sie den P-2x5 nur, wenn die Betriebsspannung ordnungsgemäß angeschlossen ist; siehe "Pinbelegung" (S. 56).

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch Überhitzen!

Überhitzen kann den Piezoaktor zerstören.

- Kühlen Sie den Piezoaktor z. B. mit Spülluft (S. 28).
- Überwachen Sie die Temperatur des Piezoaktors mit einem Temperatursensor (S. 15).
- Passen Sie Betriebsspannung, Betriebsfrequenz und/oder Betriebsdauer so an, dass die maximale Betriebstemperatur des Piezoaktors nicht überschritten wird, siehe "Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen" (S. 50), "Bemessungsdaten" (S. 49) und "Betriebsparameter ermitteln" (S. 34).



HINWEIS



Unkontrollierte Schwingungen!

Schwingungen können den Piezoaktor irreparabel beschädigen. Schwingungen machen sich durch ein Summen bemerkbar und können folgende Ursachen haben:

- Wechselnde Last und/oder Dynamik erfordert die Anpassung der Regelparameter.
- Der Piezoaktor wird nahe seiner Resonanzfrequenz betrieben.

Wenn Sie Schwingungen bemerken:

➢ Schalten Sie im geregelten Betrieb den Servomodus sofort aus.
➢ Stoppen Sie im ungeregelten Betrieb sofort den Piezoaktor.

INFORMATION

Das Ausfahren des Stößels entspricht der positiven Bewegungsrichtung und ist proportional zur angelegten Betriebsspannung.

6.2 Betriebsparameter ermitteln

6.2.1 Übersicht begrenzender Faktoren

Begrenzende Faktoren für den Betrieb des Piezoaktors:

- Resonanzfrequenz:

  Die Betriebsfrequenz darf ein Drittel des Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors **nicht** überschreiten. Siehe "Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen" (S. 36).

- Maximale Zug /Druckbelastbarkeit (S. 47):

  Die Masse der zu bewegenden Last und die Betriebsfrequenz des Piezoaktors müssen so gewählt werden, dass die im Betrieb auftretenden dynamischen Kräfte die maximale Zug-/Druckbelastbarkeit des Piezoaktors nicht überschreiten. Siehe "Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen" (S. 37).

- Maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors (S. 50):

  Je größer Betriebsfrequenz, Betriebsspannung (Spitze-Spitze) und Kapazität des Piezoaktors sind, umso größer ist die im Piezoaktor erzeugte thermische Leistung. Betriebsfrequenz, Betriebsspannung und Betriebsdauer müssen so gewählt werden, dass die maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors **nicht** überschritten wird. Für die maximal zulässige Betriebsfrequenz ohne Kühlung siehe Spalte B der Tabelle in "Bemessungsdaten" (S. 49).

  Bei Einsatz von Kühlungsmaßnahmen (S. 28) erhöhen sich die Grenzwerte für Betriebsfrequenz, Betriebsspannung und Betriebsdauer. Durch Einsatz eines Temperatursensors (S. 15) kann das Überhitzen des Piezoaktors vermieden werden.

- Spitzen- und Dauerausgangsstrom der verwendeten Elektronik (S. 14):

  Die verwendete Elektronik muss so gewählt werden, dass sie die benötigten Ströme bereitstellen kann. Siehe "Strombedarf für Sinusbetrieb berechnen" (S. 37).

6.2.2 Effektive Masse berechnen

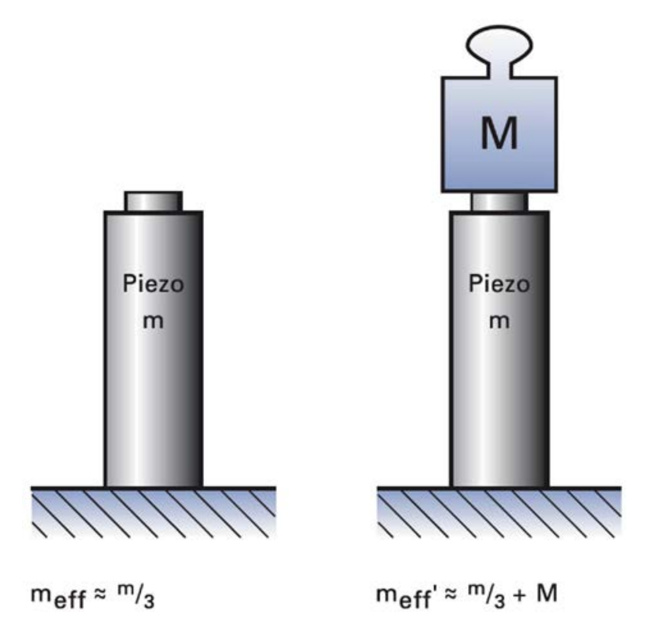


Abbildung 10: Effektive Masse eines unbelasteten Piezoaktors (links) und eines mit einer Zusatzmasse M belasteten Piezoaktors (rechts). Der Piezoaktor ist jeweils an einem Ende fest montiert.



1. Entnehmen Sie die Masse m Ihres Piezoaktors der Datentabelle (S. 47).
2. Ermitteln Sie die Zusatzmasse M.
3. Berechnen Sie die effektive Masse m_{eff} des unbelasteten Piezoaktors und m_{eff}' des belasteten Piezoaktors mit den Formeln in der Abbildung oben.

6.2.3 Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen

INFORMATION

In der nachfolgenden Berechnung wird die maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors **nicht** berücksichtigt. Beim Betrieb ohne Kühlung wird die maximale Betriebstemperatur möglicherweise bereits überschritten, wenn die Betriebsfrequenz noch unterhalb des nachfolgend berechneten Grenzwerts liegt.

➢ Für die maximal zulässige Betriebsfrequenz ohne Kühlung siehe Spalte B der Tabelle in "Bemessungsdaten" (S. 49).

1. Berechnen Sie die Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors mit folgender Formel:

   $$f_0' = f_0 \sqrt{\frac{m_{eff}}{m_{eff}'}}$$

   f_0' = Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

   f_0 = Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors [Hz]; siehe "Datentabelle" (S. 47).

   m_{eff} = effektive Masse; ca. 1/3 der Masse des Piezoaktors [kg]

   m_{eff}' = effektive Masse m_{eff} + Zusatzmasse M [kg]

   Siehe auch "Effektive Masse berechnen" (S. 35).

2. Berechnen Sie die maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors mit folgender Formel:

   $f_{max} = f_0'/3$

   f_{max} = maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

   f_0' = Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

6.2.4 Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen

➢ Berechnen Sie die dynamischen Kräfte, die bei Sinusbetrieb mit der Frequenz f auf den Piezoaktor wirken, mit folgender Formel:

$$F_{dyn} \approx \pm 4\pi^2 \cdot m_{eff}' \left(\frac{\Delta L}{2}\right) f^2$$

F_{dyn} = dynamische Kraft [N]

m_{eff}' = effektive Masse m_{eff} (ca. 1/3 der Masse des Piezoaktors) + Zusatzmasse M [kg], siehe auch "Effektive Masse berechnen" (S. 35)

ΔL = Auslenkung in der Anwendung (Spitze-Spitze) [m]

f = Frequenz [Hz]

Beispiel: Die dynamischen Kräfte bei 1000 Hz, 2 µm Auslenkung (Spitze-Spitze) und 1 kg effektiver Masse betragen ungefähr ±40 N.

6.2.5 Strombedarf für Sinusbetrieb berechnen

➢ Berechnen Sie den Dauerstrombedarf für den Sinusbetrieb mit folgender Formel:

$$I_a \approx f \cdot C \cdot U_{p-p}$$

➢ Berechnen Sie den Spitzenstrombedarf für den Sinusbetrieb mit folgender Formel:

$$I_{max} \approx f \cdot \pi \cdot C \cdot U_{p-p}$$

Variable	Beschreibung	Hinweise
I_a	Erforderlicher Dauerstrom des Verstärkers (Source / Sink) [A]	Es ist entscheidend, dass das Netzteil genügend Strom liefern kann.
I_{max}	Erforderlicher Spitzenstrom des Verstärkers (Source / Sink) [A]	
f	Betriebsfrequenz [Hz]	Details zur Betriebsfrequenz siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 34).



Variable	Beschreibung	Hinweise
C	Kapazität des Piezoaktors [F (= As/V)]	Siehe "Datentabelle" (S. 47) für die Kleinsignalkapazität des Piezoaktors. Für Großsignalbedingungen sollte ein Sicherheitsfaktor von 70 % zur Kleinsignalkapazität addiert werden.
U_{p-p}	Betriebsspannung (Spitze-Spitze) [V]	

6.3 P-2x5 betreiben

Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb gelesen und verstanden (S. 31).
- ✓ Sie haben die Betriebsparameter für Ihre Anwendung ermittelt (S. 34).
- ✓ Sie haben den P-2x5 korrekt installiert (S. 21).
- ✓ Sie haben eine geeignete Elektronik bereitgestellt, die die benötigten Ströme liefern kann (S. 37).
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch der verwendeten Elektronik gelesen und verstanden.

P-2x5 betreiben

- ➢ Folgen Sie für das Anschließen, die Inbetriebnahme und den Betrieb des P-2x5 den Anleitungen im Handbuch der verwendeten Elektronik (S. 14).

6.4 P-2x5 entladen

Der P-2x5 muss in folgenden Fällen entladen werden:

- Wenn der P-2x5 nicht benutzt wird, die Elektronik aber zur Gewährleistung der Temperaturstabilität eingeschaltet bleibt
- Vor Demontage (z. B. vor Reinigung und Transport des P-2x5) sowie bei Umbauten

Voraussetzung

✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 21).

Werkzeug und Zubehör

Wenn der P-2x5 nicht an der Elektronik angeschlossen ist:

- Mitgelieferter Kurzschlussstecker (S. 14)
- Alternativ: Elektronik von PI

An der Elektronik angeschlossenen P-2x5 entladen

Im geregelten Betrieb:

1. Schalten Sie an der Elektronik den Servomodus aus.
2. Stellen Sie an der Elektronik die Piezospannung auf 0 V ein.

Im ungeregelten Betrieb:

➢ Stellen Sie an der Elektronik die Piezospannung auf 0 V ein.

P-2x5 entladen, der nicht an der Elektronik angeschlossenen ist

➢ Verbinden Sie den Spannungsanschluss des Piezoaktors mit dem Kurzschlussstecker (siehe "Auspacken" (S. 19)).

➢ Alternativ: Schließen Sie den Spannungsanschluss des Piezoaktors an die ausgeschaltete Elektronik von PI an.

7 Wartung

In diesem Kapitel

7.1 Allgemeine Hinweise zur Wartung

Der P-2x5 ist wartungsfrei.

7.2 P-2x5 reinigen

HINWEIS



Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge!

Das Eindringen von Flüssigkeit in das Gehäuse des Piezoaktors kann zur Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge führen.

Vor dem Reinigen des P-2x5:

- Entladen Sie den P-2x5 (S. 38).
- Trennen Sie den Spannungsanschluss des P-2x5 von der Elektronik.
- Verbinden Sie den Spannungsanschluss des P-2x5 mit dem mitgelieferten Kurzschlussstecker (S. 19).

Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die Piezoaktoren des P-2x5 entladen (S. 38).
- ✓ Sie haben den P-2x5 von der Elektronik getrennt.
- ✓ Der mitgelieferte Kurzschlussstecker ist am Spannungsanschluss des P-2x5 aufgesteckt, siehe "Auspacken" (S. 19).



P-2x5 reinigen

- Führen Sie **keine** Ultraschallreinigung durch.

Nur wenn der Piezoaktor **nicht** im Vakuum eingesetzt wird:

- Wenn notwendig, reinigen Sie die Oberflächen des P-2x5 mit einem Tuch, das leicht mit einem milden Reinigungs- oder Desinfektionsmittel (z. B. Alkohol oder Isopropanol) angefeuchtet wurde.

Wenn der Piezoaktor im Vakuum eingesetzt wird:

- Berühren Sie den Piezoaktor nur mit puderfreien Handschuhen.
- Wenn notwendig, säubern Sie den Piezoaktor per Wischreinigung.

8 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Keine oder eingeschränkte Bewegung	Kabel nicht korrekt angeschlossen	➢ Prüfen Sie die Kabelanschlüsse.
	Zu hohe Last	➢ Überschreiten Sie **nicht** die zulässige Druck- und Zugbelastung gemäß den Spezifikationen (S. 47).
	Elektronik E-481 oder E-482 von PI hat wegen Überhitzung des Piezoaktors den Spannungsausgang deaktiviert	Wenn der Piezoaktor mit der Option "Temperatursensor PT1000 und Spülluftanschluss für PICA Hochvolt-Piezoaktoren" ausgestattet ist (S. 15), werten die Elektroniken E-481 und E-482 das Signal des Temperatursensors aus. 1. Schalten Sie die Elektronik ab. 2. Warten Sie einige Minuten, bis sich der Piezoaktor ausreichend abgekühlt hat. 3. Schalten Sie die Elektronik wieder ein. Vorbeugende Maßnahmen: ➢ Verringern Sie Betriebsspannung, Betriebsfrequenz und/oder Betriebsdauer. ➢ Kühlen Sie den Piezoaktor.
	Nullpunktverschiebung des Positionssensors aus folgenden Gründen: ▪ Belastung in Bewegungsrichtung ▪ Umgebungs-/ Betriebstemperatur des Piezoaktors liegt weit ober- oder unterhalb der Kalibrationstemperatur (21 °C bis 24 °C)	➢ Führen Sie einen Nullpunktabgleich des Sensors durch (siehe Benutzerhandbuch der verwendeten Elektronik).
	Piezoaktor ist wegen Überhitzung depolarisiert	➢ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).



Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Verringerte Genauigkeit	P-2x5 oder Controller wurde ausgetauscht	➢ Führen Sie eine Neukalibrierung der Achsenauslenkung durch (siehe Controller-Handbuch) oder wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 45).
	Achsen wurden beim Anschließen vertauscht	Bei kalibrierten Systemen: ➢ Beachten Sie beim Anschließen mehrerer Piezoaktoren an einen Mehrkanal-Controller die Zuordnung der Achsen. Diese Zuordnung geht aus Aufklebern auf den Geräten hervor.
Piezoaktor beginnt zu schwingen oder positioniert ungenau	Regelparameter falsch eingestellt, da z. B. die Last geändert wurde	1. Schalten Sie den Servomodus der betreffenden Achsen unverzüglich aus. 2. Prüfen Sie die Einstellungen der Regelparameter am Controller. 3. Passen Sie die Regelparameter am Controller entsprechend der Laständerung an.
	Betrieb mit zu hoher Frequenz	➢ Betreiben Sie den Piezoaktor mit maximal einem Drittel der Resonanzfrequenz (Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors siehe "Datentabelle" (S. 47), Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors siehe "Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen" (S. 36)).

Wenn die Störung Ihres Systems nicht in der Tabelle angeführt ist oder wenn sie nicht wie beschrieben behoben werden kann, kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 45).

9 Kundendienst

Wenden Sie sich bei Fragen und Bestellungen an Ihre PI-Vertretung oder schreiben Sie uns eine E-Mail (info@pi.ws).

Geben Sie bei Fragen zu Ihrem System folgende Systeminformationen an:

- Produktcodes und Seriennummern von allen Produkten im System
- Firmwareversion des Controllers (sofern vorhanden)
- Version des Treibers oder der Software (sofern vorhanden)
- PC-Betriebssystem (sofern vorhanden)

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.

10 Technische Daten

In diesem Kapitel

10.1 Spezifikationen

10.1.1 Datentabelle

	P-225.10	P-225.20	P-225.40	P-225.80	Einheit	Toleranz
Betriebsspannungsbereich	0 bis 1000	0 bis 1000	0 bis 1000	0 bis 1000	V	
Bewegung und Positionieren						
Stellweg, geregelt*	15	30	60	120	µm	
Auflösung, geregelt*	0,3	0,6	1,2	2,4	nm	typ.
Auflösung, ungeregelt**	0,15	0,3	0,6	1,2	nm	typ.
Linearitätsabweichung	0,2	0,2	0,2	0,2	%	typ.
Mechanische Eigenschaften						
Stat. Großsignalsteifigkeit in Stellrichtung***	480	330	200	110	N/µm	±20 %
Resonanzfrequenz, unbelastet	14	10	7	4	kHz	±20 %
Druck- / Zugbelastbarkeit in Stellrichtung	12500 / 2000	12500 / 2000	12500 / 2000	12500 / 2000	N	max.
Scherbelastung	255	152	84	73	N	max.
Drehmoment am Kopfstück	1,5	1,5	1,5	1,5	Nm	max.
Antriebseigenschaften						
Elektrische Kapazität	320	630	1300	2600	nF	±20 %
Dynamischer Stromkoeffizient	33	33	33	33	µA / (Hz × µm)	±20 %
Anschlüsse und Umgebung						
Masse (mit Kabel)	410	470	610	900	g	±5 %

Piezokeramik: PICA Power

Temperaturbereich: -40 bis 80 °C

Im Dauerbetrieb sollte die Betriebsspannung 750 V nicht überschreiten.

* Erfordert integrierten DMS-Sensor. Diese Ausführungen werden mit Abgleichprotokoll geliefert.

** Interferometrisch vermessen. Die Auflösung von Piezoaktoren ist nicht durch Haft- oder Gleitreibung begrenzt.

*** Dynamische Kleinsignalsteifigkeit ca. 50 % höher.



	P-235.10	P-235.20	P-235.40	P-235.80	P-235.90	Einheit	Toleranz
Betriebsspannungsbereich	0 bis 1000	0 bis 1000	0 bis 1000	0 bis 1000	0 bis 1000	V	
Bewegung und Positionieren							
Stellweg, geregelt*	15	30	60	120	180	µm	
Auflösung, geregelt*	0,3	0,6	1,2	2,4	3,6	nm	typ.
Auflösung, ungeregelt**	0,15	0,3	0,6	1,2	1,8	nm	typ.
Linearitätsabweichung	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	%	typ.
Mechanische Eigenschaften							
Stat. Großsignalsteifigkeit in Stellrichtung***	860	600	380	210	150	N/µm	±20 %
Resonanzfrequenz, unbelastet	14	10	7	4	2,8	kHz	±20 %
Druck- / Zugbelastbarkeit in Stellrichtung	30000 / 3500	30000 / 3500	30000 / 3500	30000 / 3500	30000 / 3500	N	max.
Scherbelastung	707	420	232	147	147	N	max.
Drehmoment am Kopfstück	2	2	2	2	2	Nm	max.
Antriebseigenschaften							
Elektrische Kapazität	550	1100	2400	5100	7800	nF	±20 %
Dynamischer Stromkoeffizient	65	65	65	65	65	µA / (Hz × µm)	±20 %
Sonstiges							
Masse (mit Kabel)	580	690	940	1400	1900	g	±5 %

Piezokeramik: PICA Power

Temperaturbereich: -40 bis 80 °C

Im Dauerbetrieb sollte die Betriebsspannung 750 V nicht überschreiten.

* Erfordert integrierten DMS-Sensor. Diese Ausführungen werden mit Abgleichprotokoll geliefert.

** Interferometrisch vermessen. Die Auflösung von Piezoaktoren ist nicht durch Haft- oder Gleitreibung begrenzt.

*** Dynamische Kleinsignalsteifigkeit ca. 50 % höher.

10.1.2 Bemessungsdaten

P-2x5 Piezoaktoren sind für folgende Betriebsgrößen ausgelegt:

Piezoaktor	Maximaler Betriebs-spannungsbereich ⚠	Maximale Betriebsfrequenz ohne Last		Maximale Leistungs-aufnahme;
		A: ohne Berück-sichtigung thermischer Aspekte* ⚠	B: mit Berück-sichtigung thermischer Aspekte** ⚠	mit Berück-sichtigung thermischer Aspekte*** ⚠
P-225.1x	0 V bis 1000 V	4,7 kHz	29 Hz	50 W
P-225.2x	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	25 Hz	84 W
P-225.4x	0 V bis 1000 V	2,3 kHz	22 Hz	152 W
P-225.8x	0 V bis 1000 V	1,3 kHz	21 Hz	290 W
P-235.1x	0 V bis 1000 V	4,7 kHz	23 Hz	68 W
P-235.2x	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	20 Hz	115 W
P-235.4x	0 V bis 1000 V	2,3 kHz	16 Hz	208 W
P-235.8x	0 V bis 1000 V	1,3 kHz	15 Hz	398 W
P-235.9x	0 V bis 1000 V	0,93 kHz	14 Hz	585 W

* Ein Drittel der Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors. Für weitere Beschränkungen siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 34).

** Um ein Überschreiten der maximal zulässigen Betriebstemperatur zu vermeiden, darf bei einer Betriebsspannung von **1000 V Spitze-Spitze** der unbelastete, **ungekühlte** Piezoaktor maximal mit dieser Betriebsfrequenz betrieben werden. Bei kleineren Amplituden der Betriebsspannung und/oder Einsatz von Kühlungsmaßnahmen sind höhere Betriebsfrequenzen möglich. Für weitere Beschränkungen siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 34).

*** Leistungsaufnahme des unbelasteten, ungekühlten Piezoaktors, der bei einer Betriebsspannung von **1000 V Spitze-Spitze** mit der Betriebsfrequenz aus Spalte B dieser Tabelle betrieben wird.



10.1.3 Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen

Folgende Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen sind für den P-2x5 zu beachten:

Einsatzbereich	Nur zur Verwendung in Innenräumen
Maximale Höhe	2000 m
Luftdruck	1100 hPa bis 0,1 hPa (entspricht etwa 825 Torr bis 0,075 Torr)
Relative Luftfeuchte	Höchste relative Luftfeuchte 80 % für Temperaturen bis 31 °C Linear abnehmend bis 50 % relativer Luftfeuchte bei 40 °C
Betriebstemperatur	–20 °C bis 80 °C Bei Modellen für Hochtemperaturbereich und Hochvakuum (P-2x5.xxV/.xSV): –40 °C bis 150 °C
Lagertemperatur	–20 °C bis 80 °C
Transporttemperatur	–20 °C bis 80 °C
Maximale Ausheiztemperatur für vakuumtaugliche Produkte	Piezoaktoren für Hochtemperaturbereich und Hochvakuum (P-2x5.xxV/.xSV): 150 °C Vakuumdurchführungen LEMO (siehe "OptionalesZubehör" (S. 15)): 100 °C
Überspannungskategorie	II
Schutzklasse	I
Verschmutzungsgrad	1
Schutzart gemäß IEC 60529	IP20

10.2 Abmessungen

Abmessungen in mm

Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768 - f - H

Rauheit Ra 1.6

10.2.1 Piezoaktor P-2x5

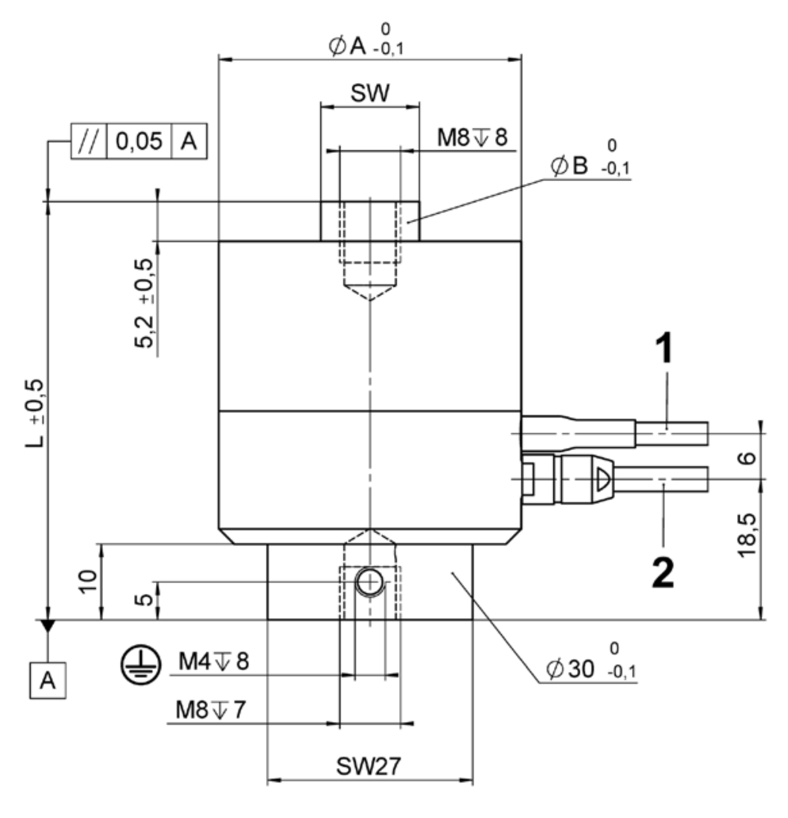


Abbildung 11: P-2x5

1: Sensor (nur bei Modellen mit Positionssensor und / oder mit Option P-177.50)
2: Piezo

	L [mm]	Ø A [mm]	Ø B [mm]	SW
P-225.1x	55	39,8	16	13
P-225.2x	68	39,8	16	13
P-225.4x	94	39,8	16	13
P-225.8x	147	39,8	16	13
P-235.1x	55	49,8	20	17
P-235.2x	68	49,8	20	17
P-235.4x	94	49,8	20	17
P-235.8x	147	49,8	20	17
P-235.9x	199	49,8	20	17



Ohne Abbildung: Wenn der P-2x5 mit der Option "Temperatursensor PT1000 und Spülluftanschluss für PICA HVPZT" (P-177.50) bestellt wurde (S. 15), sind Stecknippel M3-PK-2 für den Spülluftanschluss vorhanden.

- Position des Spülluftei ngangs: Im Fußstück des Piezoaktors gegenüber dem Kabelabgang, 20 mm oberhalb der Unterkante des Fußstücks
- Position des Spülluftausgangs: Im Gehäuserohr des Piezoaktors oberhalb des Kabelabgangs, genaue Position auf Anfrage

➢ Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 45) für Details zur Position der Stecknippel.

10.2.2 P-2x5 mit Option P-706.00 (wassergeschütztes Gehäuse)

Die Abmessungen des P-2x5 mit wassergeschütztem Gehäuse werden auf Anfrage mitgeteilt.

➢ Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 45).

10.2.3 Kugelkopfstück P-176.B25

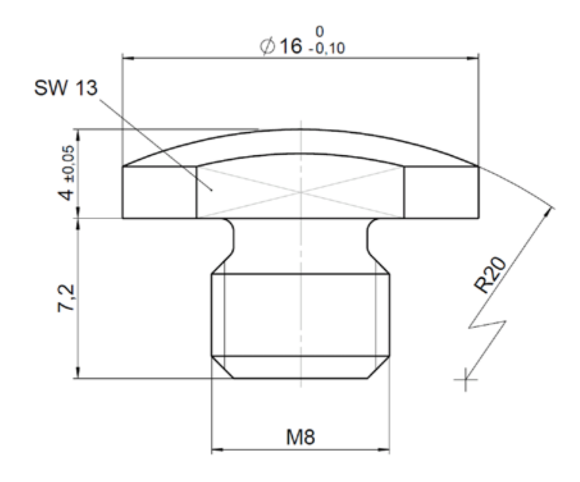


Abbildung 12: P-176.B25

10.2.4 Flachkopfstücke P-176.F25 und P-176.F35

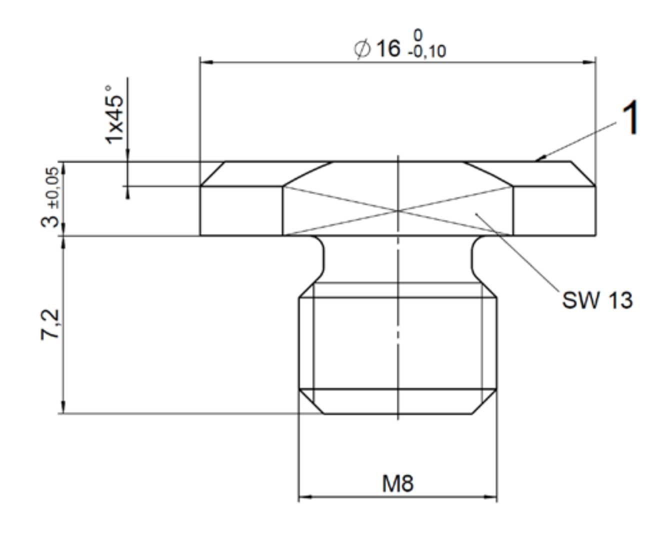


Abbildung 13: P-176.F25 (1 = Fläche gehärtet und poliert)

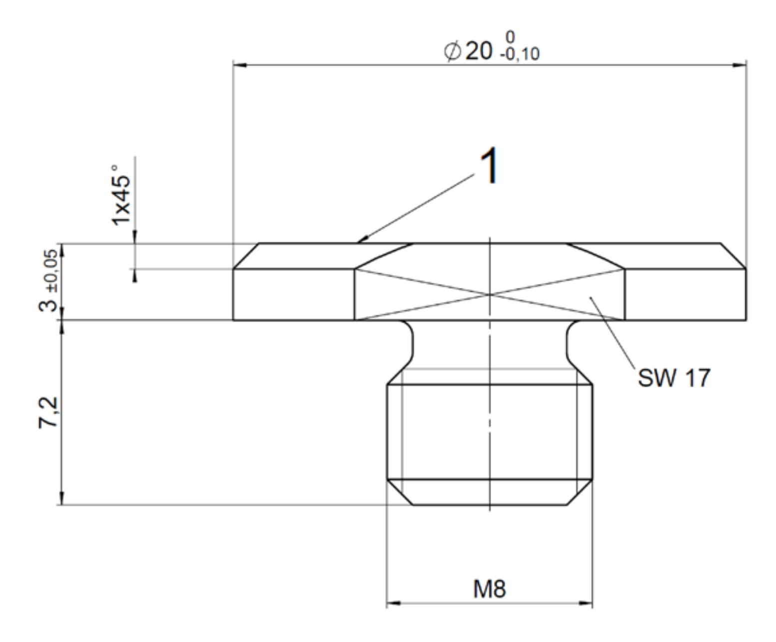


Abbildung 14: P-176.F35 (1 = Fläche gehärtet und poliert)



10.2.5 Vakuumdurchführung für Hochvolt-Piezoaktoren

LEMO SJG.0B.701.CJA.1173 (Bestandteil der Option P-203.VA für Hochvolt-Piezoaktoren)

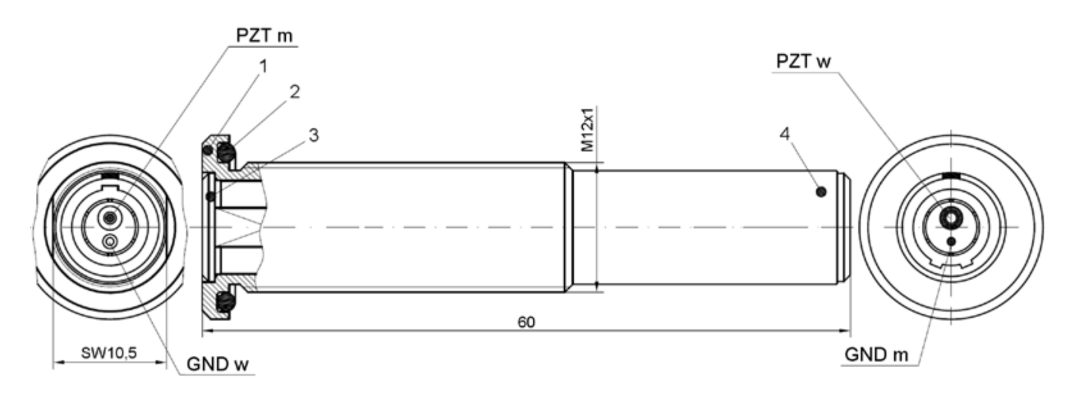


Abbildung 15: Vakuumdurchführung LEMO SJG.0B.701.CJA.1173

Benennung	**Beschreibung**
1	Außenkörper
2	O-Ring, Ø 12x1,5
3	LEMO-Apparatedose, "J" codiert, EGJ.0B.701.CJA, Flanschseite (Atmosphäre)
4	LEMO-Apparatedose, "G" codiert, EGG.0B.701.CJL, Vakuumseite
PZT m	Hochspannungskontakt, männlich, Vakuumseite
GND w	Weiblicher Kontakt, GND, Vakuumseite
PZT w	Hochspannungskontakt, weiblich, Flanschseite (Atmosphäre)
GND m	Männlicher Kontakt, GND, Flanschseite (Atmosphäre)

10.2.6 Vakuumdurchführungen für Sensoren

Die Abmessungen der folgenden Vakuumdurchführungen sind identisch:

- LEMO SWH.0S.304.CLLSV (Bestandteil der Option P-892.VA für DMS)
- LEMO SWH.0S.303.CLLSV (Bestandteil der Option P-899.VA für Temperatursensor)

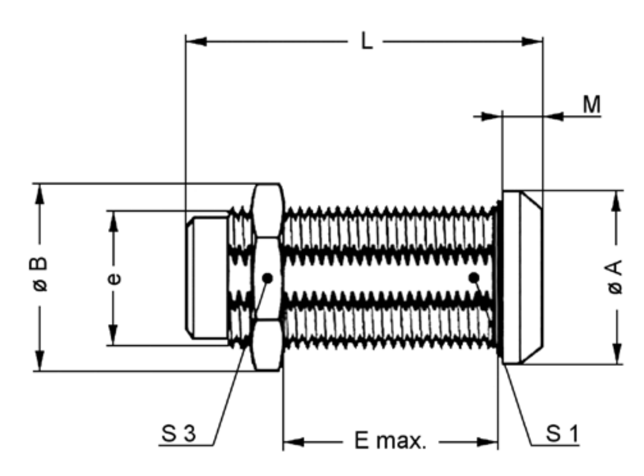


Abbildung 16: LEMO SWH.0S.30x.CLLSV

A	**B**	**e**	**E**	**L**	**M**	**S1**	**S3**
14 mm	13,8 mm	M10x0,75	17 mm	34 mm	2,0 mm	9,0 mm	12 mm



10.3 Pinbelegung

10.3.1 Spannungsanschluss

LEMO FGG.0B.701.CJA.1173

Stecker (Vorderansicht)	Pin	Signal	Funktion
	W (weiblich)	Eingang	Piezospannung 1000 V
	M (männlich)	GND	Masse

Das Steckergehäuse ist mit dem Kabelschirm verbunden.

10.3.2 Anschluss des Positionssensors

LEMO FFA.0S.304.CLA

Stecker (Vorderansicht)	Pin	Signal	Funktion
	1	Eingang	Versorgungsspannung für DMS-Sensor
	2	Ausgang	Sensorsignal 1
	3	Ausgang	Sensorsignal 2
	4	GND	Masse

Das Steckergehäuse ist mit dem Kabelschirm verbunden.

10.3.3 Anschluss des Temperatursensors

LEMO FFA.0S.303.CLA

Stecker (Vorderansicht)	Pin	Signal	Funktion
	1	Ausgang	Temp_SA
	2	Ausgang	Temp_S
	3	GND	Masse

Das Steckergehäuse ist mit dem Kabelschirm verbunden.

11 Altgerät entsorgen

Nach geltendem EU-Recht dürfen Elektrogeräte in den Mitgliedsstaaten der EU nicht über den kommunalen Restmüll entsorgt werden.

Entsorgen Sie das Altgerät unter Beachtung der internationalen, nationalen und regionalen Richtlinien.

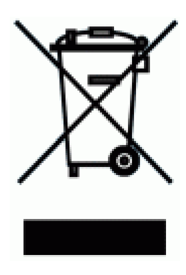
Um der Produktverantwortung als Hersteller gerecht zu werden, übernimmt die Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG kostenfrei die umweltgerechte Entsorgung eines PI-Altgerätes, sofern es nach dem 13. August 2005 in Verkehr gebracht wurde.

Falls Sie ein solches Altgerät von PI besitzen, können Sie es versandkostenfrei an folgende Adresse senden:

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Auf der Römerstr. 1

D-76228 Karlsruhe



12 EG-Konformitätserklärung

Für den P-2x5 wurde eine EG-Konformitätserklärung gemäß den folgenden europäischen Richtlinien ausgestellt:

2006/95/EG, Niederspannungsrichtlinie

2004/108/EG, EMV-Richtlinie

2011/65/EG, RoHS-Richtlinie

Die zum Nachweis der Konformität zugrunde gelegten Normen sind nachfolgend aufgelistet.

Elektromagnetische Emission: EN 61000-6-3:2007, EN 55011:2009

Elektromagnetische Störfestigkeit: EN 61000-6-1:2007

Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie): EN 61010-1:2010